

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

(11)Publication number : 08-016215  
(43)Date of publication of application : 19.01.1996

(21)Application number : 06-167396  
(22)Date of filing : 27.06.1994

(71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP  
(72)Inventor : HARADA YASUHIRO

(57)Abstract:

The diagram illustrates a control system with two parallel processing channels. The first channel, labeled U1, takes an input NT and processes it through a summing junction (24A), a gain block (22A), an integrator (21A), and a feedback block (23A). The second channel, labeled U2, takes an input U2 and processes it through a summing junction (24B), a gain block (22B), an integrator (21B), and a feedback block (23B). The outputs of both channels are combined at a final summing junction (24A) to produce the control signal U. A feedback signal is also provided from the output to the final summing junction.

[Date of request for examination]	23.05.2001
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	
[Date of registration]	
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-16215

(43) 公開日 平成8年(1996)1月19日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 B 17/02		7531-3H		
9/02	D			
23/02	H	7531-3H		
	P	7531-3H		
// F 0 2 D 45/00	3 7 0 B			

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平6-167396

(22) 出願日 平成6年(1994)6月27日

(71) 出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72) 発明者 原田 靖裕

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

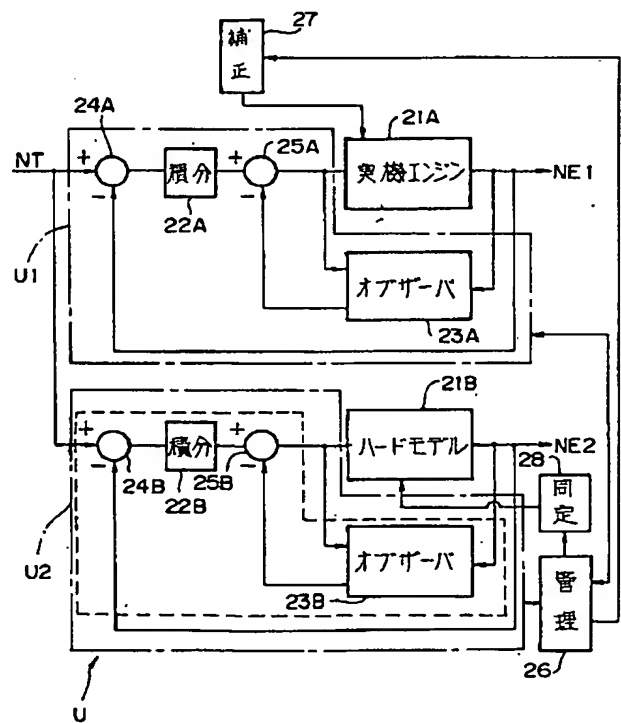
(74) 代理人 弁理士 村田 実

(54) 【発明の名称】 機器の制御装置および制御方法

(57) 【要約】

【目的】 機器への入力が大きく変化したときの機器の出力悪化を防止する。

【構成】 機器21Aとこれに対する実制御系U1に対応して、機器21Aの動特性をモデル化した機器モデル21Bとモデル制御系U2とを備える。同じ入力に対して機器21Aの出力と機器モデル21Bの出力とが一致するように、機器モデル21Bの動特性が調整される（同定）。機器21Aに対する入力が大きく変化したとき、機器モデル21Bを利用した高速シュミレーションによって機器21Aの出力を予測し、予測された出力が悪化しないように、機器21Aに対する制御量が補正される。多数の入力変化パターン毎に、シュミレーションによって補正制御量をあらかじめ決定、記憶しておき、機器21Aの入力に近い入力変化パターンに対応した補正制御量での補正を行うこともできる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 機器と機器に対して実際に制御を行なう実制御系とを備えた機器の制御装置において、機器の入力と出力との対応関係に基づいて機器の動特性をモデル化した機器モデルと、前記実制御系による機器の制御中に該実制御系と同一の制御ロジックでもって前記機器モデルを制御して、機器の入力と出力との対応関係に対して該機器モデルにおける入力と出力との対応関係が一致するように該機器モデルの動特性を調整する同定手段と、機器に対する入力の変化が大きいとき、前記機器モデルを前記実制御系と同一の制御ロジックでもって高速で制御して、該変化の大きい入力に対する出力を高速で予測する高速シュミレーション手段と、前記高速シュミレーション手段によって予測された出力に基づいて前記機器に対する補正制御量を求めて、該補正制御量を前記機器の制御に反映させる補正手段と、を備えていることを特徴とする機器の制御装置。

【請求項2】 請求項1において、前記高速シュミレーション手段が、機器に対する入力の変化が大きくなった状態から変化が収束した時点までの間の入力変化の状態に基づいて予測される入力変化パターンを入力として、前記機器モデルを高速制御するもの。

【請求項3】 機器と機器に対して実際に制御を行なう実制御系とを備えた機器の制御装置において、機器の入力と出力との対応関係に基づいて機器の動特性をモデル化した機器モデルと、前記実制御系による機器の制御中に該実制御系と同一の制御ロジックでもって前記機器モデルを制御して、機器の入力と出力との対応関係に対して該機器モデルにおける入力と出力との対応関係が一致するように該機器モデルの動特性を調整する同定手段と、複数の入力変化パターンを順次発生させて、該発生された入力変化パターンを入力として前記機器モデルを前記実制御系と同一の制御ロジックでもって制御して、該入力変化パターンに対応する出力を予測するシュミレーション手段と、前記シュミレーション手段により予測された出力に基づいて、該各入力変化パターン毎に前記機器に対する補正制御量を求める補正制御量決定手段と、前記補正制御量決定手段で決定された各入力変化パターン毎の補正制御量を記憶する記憶手段と、前記複数の入力変化パターンのうち機器に対する入力に近似した入力変化パターンに対応した補正制御量を前記記憶手段に記憶された補正制御量から選択して、該選択された補正制御量を前記機器の制御に反映させる補正手段と、を備えていることを特徴とする機器の制御装置。

【請求項4】 請求項3において、前記複数の入力変化パターンのうち機器に対する現状の

入力に対して初期値がもっとも近い入力変化パターンから優先して、前記シュミレーション手段による制御と前記補正制御量決定手段による補正制御量の決定と前記記憶手段による補正制御量の記憶とが行なわれるもの。

【請求項5】 請求項3において、前記シュミレーション手段による制御と前記補正制御量決定手段による補正制御量の決定と前記記憶手段による補正制御量の記憶との一連の制御が、1つの入力変化パターンについて行なわれた後、次の入力変化パターンについて行なわれるもの。

【請求項6】 請求項1ないし請求項5のいずれか1項において、機器がエンジンのアイドル回転数調整装置とされ、前記出力がアイドル回転数とされているもの。

【請求項7】 請求項6において、前記補正制御量が、アイドル回転数が所定値以下になるのを防止するように設定されるもの。

【請求項8】 請求項1ないし請求項5のいずれか1項において、前記同定手段による同定が十分行なわれていないとき、前記補正手段による補正を禁止する禁止手段を備えているもの。

【請求項9】 機器と機器に対して実際に制御を行なう実制御系とを備えた機器の制御方法において、機器の入力と出力との対応関係に基づいて機器の動特性をモデル化した機器モデルを、前記実制御系による機器の制御中に該実制御系と同一の制御ロジックでもって制御して、機器の入力と出力との対応関係に対して該機器モデルにおける入力と出力との対応関係が一致するように該機器モデルの動特性を調整する同定ステップと、機器に対する入力の変化が大きいとき、前記機器モデルを前記実制御系と同一の制御ロジックでもって高速で制御して、該変化の大きい入力に対する出力を高速で予測する予測ステップと、前記予測ステップで予測された出力に基づいて前記機器に対する補正制御量を決定して、該補正制御量を前記機器の制御に反映させる補正ステップと、を備えていることを特徴とする機器の制御方法。

【請求項10】 機器と機器に対して実際に制御を行なう実制御系とを備えた機器の制御方法において、機器の入力と出力との対応関係に基づいて機器の動特性をモデル化した機器モデルを、前記実制御系による機器の制御中に該実制御系と同一の制御ロジックでもって制御して、機器の入力と出力との対応関係に対して該機器モデルにおける入力と出力との対応関係が一致するように該機器モデルの動特性を調整する同定ステップと、複数の入力変化パターンを順次発生させて、該発生された入力変化パターンを入力として前記機器モデルを前記実制御系と同一の制御ロジックでもって制御して、該入力変化パターンに対応する出力を予測する予測ステップ

と、  
前記予測ステップで予測された予測結果に基づいて、前記各入力変化パターン毎に前記機器に対する補正制御量を求める補正制御量決定ステップと、  
前記補正制御量決定ステップで決定された各入力変化パターン毎の補正制御量を記憶する記憶ステップと、  
前記複数の入力変化パターンのうち機器に対する入力に近似した入力変化パターンに対応した補正制御量を前記記憶ステップで記憶された補正制御量から選択して、該選択された補正制御量を前記機器の制御に反映させる補正ステップと、を備えていることを特徴とする機器の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は機器の制御装置および制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近では、機器を実際に動かすことなく機器に対する制御の評価を行なうため、機器をモデル化して、このモデル化された機器モデルと、機器に対する制御ロジックと同一の制御ロジックからなる制御モデルとを組み合わせることが提案されている（特開平4-159439号公報参照）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、最近では、機器とこれに対して実際に制御を行なう実制御系に加えて、上述した機器モデルを利用したシュミレーションシステムを設けて、シュミレーション結果を実制御系に反映させることにより、機器の実際の制御がより良好に行なわれるようにすることが考えられている。

【0004】とりわけ、機器の入力が大きく変化したとき、機器の出力が好ましくない結果となってしまう事態が考えられるが、このような好ましくない出力結果を未然に防止できるようなシステムが望まれており、このようなシステムを、機器モデルを利用したシュミレーションによって実現できれば好都合となる。

【0005】したがって、本発明の目的は、機器モデルを利用したシュミレーションによって、機器に対する入力が大きく変化したときに機器の出力が好ましくない結果になってしまうのを未然に防止できるようにした、機器の制御装置および制御方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明制御装置にあっては、その第1の構成として次のようにしてある。すなわち、機器と機器に対して実際に制御を行なう実制御系とを備えた機器の制御装置において、機器の入力と出力との対応関係に基づいて機器の動特性をモデル化した機器モデルと、前記実制御系による機器の制御中に該実制御系と同一の制御ロジックをもって前記機器モデルを制御して、機器の入力と出力と

の対応関係に対して該機器モデルにおける入力と出力との対応関係が一致するように該機器モデルの動特性を調整する同定手段と、機器に対する入力の変化が大きいとき、前記機器モデルを前記実制御系と同一の制御ロジックでもって高速で制御して、該変化の大きい入力に対する出力を高速で予測する高速シュミレーション手段と、前記高速シュミレーション手段によって予測された出力に基づいて前記機器に対する補正制御量を求めて、該補正制御量を前記機器の制御に反映させる補正手段と、を備えた構成としてある。

【0007】上記第1の構成に対応した本発明制御方法にあっては、次のような構成とされる。すなわち、機器と機器に対して実際に制御を行なう実制御系とを備えた機器の制御方法において、機器の入力と出力との対応関係に基づいて機器の動特性をモデル化した機器モデルを、前記実制御系による機器の制御中に該実制御系と同一の制御ロジックでもって制御して、機器の入力と出力との対応関係に対して該機器モデルにおける入力と出力との対応関係が一致するように該機器モデルの動特性を調整する同定ステップと、機器に対する入力の変化が大きいとき、前記機器モデルを前記実制御系と同一の制御ロジックでもって高速で制御して、該変化の大きい入力に対する出力を高速で予測する予測ステップと、前記予測ステップで予測された出力に基づいて前記機器に対する補正制御量を決定して、該補正制御量を前記機器の制御に反映させる補正ステップと、を備えた構成としてある。

【0008】前記目的を達成するため、本発明制御装置にあっては、その第2の構成として次のようにしてある。すなわち、機器と機器に対して実際に制御を行なう実制御系とを備えた機器の制御装置において、機器の入力と出力との対応関係に基づいて機器の動特性をモデル化した機器モデルと、前記実制御系による機器の制御中に該実制御系と同一の制御ロジックでもって前記機器モデルを制御して、機器の入力と出力との対応関係に対して該機器モデルにおける入力と出力との対応関係が一致するように該機器モデルの動特性を調整する同定手段と、複数の入力変化パターンを順次発生させて、該発生された入力変化パターンを入力として前記機器モデルを前記実制御系と同一の制御ロジックでもって制御して、該入力変化パターンに対応する出力を予測するシュミレーション手段と、前記シュミレーション手段により予測された出力に基づいて、該各入力変化パターン毎に前記機器に対する補正制御量を求める補正制御量決定手段と、前記補正制御量決定手段で決定された各入力変化パターン毎の補正制御量を記憶する記憶手段と、前記複数の入力変化パターンのうち機器に対する入力に近似した入力変化パターンに対応した補正制御量を前記記憶手段に記憶された補正制御量から選択して、該選択された補正制御量を前記機器の制御に反映させる補正手段と、を

備えた構成としてある。

【0009】上記第2の構成に対応した本発明制御方法にあっては、次のような構成とされる。すなわち、機器と機器に対して実際に制御を行なう実制御系とを備えた機器の制御方法において、機器の入力と出力との対応関係に基づいて機器の動特性をモデル化した機器モデルを、前記実制御系による機器の制御中に該実制御系と同一の制御ロジックでもって制御して、機器の入力と出力との対応関係に対して該機器モデルにおける入力と出力との対応関係が一致するように該機器モデルの動特性を調整する同定ステップと、複数の入力変化パターンを順次発生させて、該発生された入力変化パターンを入力として前記機器モデルを前記実制御系と同一の制御ロジックでもって制御して、該入力変化パターンに対応する出力を予測する予測ステップと、前記予測ステップで予測された予測結果に基づいて、前記各入力変化パターン毎に前記機器に対する補正制御量を求める補正制御量決定ステップと、前記補正制御量決定ステップで決定された各入力変化パターン毎の補正制御量を記憶する記憶ステップと、前記複数の入力変化パターンのうち機器に対する入力に近似した入力変化パターンに対応した補正制御量を前記記憶ステップで記憶された補正制御量から選択して、該選択された補正制御量を前記機器の制御に反映させる補正ステップと、を備えた構成としてある。

【0010】

【発明の効果】請求項1に記載された本発明制御装置によれば、機器に対する大きな入力変化があったときは、機器モデルを利用して機器の出力を高速で予測して、この予測結果に基づいて得られる補正制御量でもって機器の制御量を補正するので、機器の出力が好ましくない結果になってしまうのを未然に防止することができる。また、機器モデルの動特性が、実際の機器の動特性と同じとなるように同定されるので、機器の個体差や経年変化にも十分対応して、機器の出力悪化を確実に防止することができる。

【0011】請求項2に記載したような構成とすることにより、機器モデルへの入力を実際の機器への入力変化に極力対応した正確なものとして、機器モデルを利用した機器の出力予測を正確に行う上で、つまり応答性を満足させつつ機器の制御量補正をより正確に行う上で好ましいものとなる。

【0012】請求項3に記載した本発明制御装置によれば、請求項1に対応した効果と同様の効果を得ることができる。とりわけ、本発明制御装置によれば、高速の演算装置を利用しなくとも実施できることになる。

【0013】請求項4に記載したような構成とすることにより、機器に対する実際の入力変化に近い入力変化パターンから補正制御量を決定するので、すべての入力変化パターンについて補正制御量が決定される前であっても、機器の出力が悪化してしまうのを防止することがで

きる。

【0014】請求項5に記載したような構成とすることにより、請求項4に対応した効果と同様の効果を得ることができる。

【0015】請求項6に記載したような構成とすることにより、アイドル回転数の悪化を防止することができる。請求項7に記載したような構成とすることにより、アイドル回転数が異常に低下してエンストをしてしまう事態を防止することができる。

【0016】請求項8に記載したような構成とすることにより、好ましくない補正制御量でもって機器の制御量が補正されてしまう事態を防止する上で好ましいものとなる。

【0017】請求項9に記載したような構成とすることにより、請求項1に対応した効果と同様の効果を得ることができる。請求項10に記載したような構成とすることにより、請求項3に対応した効果と同様の効果を得ることができる。

【0018】

【実施例】以下本発明の実施例を添付した図面に基づいて説明する。なお、実施例では、アイドル回転数制御（ISC）とされて、制御対象となる機器が吸入空気量調整用のISCバルブとされている。

【0019】図1の説明

図1において、1はエンジンの吸気通路で、その上流側から下流側へ順次、エアクリーナ2、エアフローメータ3、スロットル弁4が配設されている。吸気通路1には、スロットル弁4をバイパスするバイパス通路6が設けられ、このバイパス通路6には、アイドル回転数調整手段としてISCバルブ7が接続されている。

【0020】ISCバルブ7は、バイパス通路6を通過する吸入空気量を調整してアイドル回転数を調整するためのもので、電磁式のアクチュエータ5によってその開度が連続可変的に制御されるようになっている。すなわち、アクセル開度が零あるいはほぼ零でかつエンジン回転数が所定回転数以下となったアイドル運転中は、エンジン回転数が目標アイドル回転数（例えば700rpm）となるように、ISCバルブ7が制御される。このISCバルブ7つまりアクチュエータ5を制御するための制御ユニットが符号Uで示され、この制御ユニットUによる制御のために用いられる信号をピックアップするセンサあるいはスイッチ群がまとめて符号Sで示される。制御ユニットUからアクチュエータ5への出力値は、目標アイドル回転数とするための制御値としてのデューティ比とされる。なお、制御ユニットUは、マイクロコンピュータを利用して構成される。

【0021】図2の説明

図2は、制御ユニットUにおける制御内容をブロック図的に示したものであり、図中実機エンジンとして示される符号21A部分を除いた各部分が含まれるものとなっ

ている。この図2において、大別して、符号U1で示すものが実際のエンジン21Aを制御する実制御系であり、符号U2で示すものが実際のエンジン21Aに対応した機器モデル21Bに対する制御を行なうモデル制御系である。

【0022】実制御系U1は、フィードバック制御用の積分回路22Aと、現代制御の主たる構成要素となるオブザーバ回路23Aとを備えている。実制御系U1には、目標アイドル回転数NTが入力されて、減算器24Aによって、当該NTと実際のエンジン回転数（アイドル回転数）NE1との偏差が積分回路22Aに入力される。

【0023】オブザーバ回路23Aは、実際のエンジン回転数NE1と実機エンジン21Aに対する入力値つまりアクチュエータ5に対するデューティ比とに基づいて、所定の制御値を演算する。そして、オブザーバ回路23Aで演算された制御値と積分回路22Aからの出力値との偏差が減算器24Aで演算されて、この演算結果が、実機エンジン21Aに対する入力値とされる（オブザーバ回路23Aに対する入力値とされる）。

【0024】一方、モデル制御系U2は、実機エンジンの動特性をモデル化した機器モデル（ハードモデル）21Bを制御する。この機器モデル21Bは、実機エンジン21Aの入力値に対する出力値との対応関係に基づいて設定されて、実機エンジン21Aの動特性と完全に一致している状態では、同じ入力値に対して同じ出力値となるように設定されている。この機器モデル21Bに対するモデル制御系U2は、制御系U1と同じ制御ロジックとなるように設定されていて、制御系U1における構成要素と対応する構成要素には、制御系U1における符号「A」に代えて「B」の符号を用いて示してある。そして、制御系U1とU2とにおける入力値としての目標アイドル回転数はNTとして共通化され、実制御系U1における出力値は実機エンジン21Aにおけるエンジン回転数NE1とされ、モデル制御系U2における出力値は演算されたエンジン回転数NE2とされる。

【0025】上記両制御系U1、U2は、管理回路26により管理されて、後述するように、機器モデル21Bの動特性を調整する同定と、実制御系U1の制御量に対する補正（補正量決定）が行なわれる。このため、機器モデル21Bの動特性を調整する同定回路28、実制御系U1による制御量を補正（補正実行）する補正回路27が設けられて、両回路27と28とは管理回路26の制御下において作動される。

【0026】図3、図4の説明

図3は、図2における機器モデル21Bの具体例を示すものである。回路R3は、エンジン発生トルクの大きさを得るためのもので、このためのパラメータとして、充填量Q、燃料噴射量TP、点火時期IGが用いられる。この回路R3で用いられる充填量Qを得るために、回路

R1、R2、R4での各処理が行なわれるが、回路R1でのTVOはスロットル開度、回路R2でのDutyはアクチュエータ5へのデューティ比を示す。回路R1とR2からの出力同士は、加算器R8により加算された後、回路R4での遅れ処理がなされた後、充填量Qとして回路R3へ出力される。

【0027】また、回路R6は、エンジンの損失トルクを示すもので、充填効率、ポンピングロスデータが含まれる。この回路R6での損失トルクTHが、回路R3で演算されたトルクから減算器R9により減算されて、この減算された後のトルクTが回路R7に入力される。回路R7では、ここに示す式にしたがって、モデル制御系U2におけるエンジン回転数NE2を演算する。なお、R7で示す式中において、IおよびKは制御定数である。

【0028】図2に示すモデル制御系U2における回路22B、23Bの各特性式が、図4に示される。この図4において、「i」はサフィックスであり、KIは積分回路22Bの制御定数（積分定数）、K1~K7はオブザーバ回路23Bの制御定数である。オブザーバ回路23Bの特性式では、出力値NE（NE2）の今回値と前回値、およびアクチュエータ5に対するデューティ比のうち前回値から5回前までの値が用いられて、合計7つの値が演算用パラメータとして用いられる。

【0029】ここで、実制御系U1における回路22A、23Aにおける特性式は、図4に示す回路22B、23Bの特性式と同じように設定されている（回路22B、23Bの特性式が、回路22A、23Aに合せて設定されている）。

【0030】図5、図6の説明

制御ユニットUは、マイクロコンピュータを利用して、図2における実制御系U1とU2および回路26と27を含むものとして構成されており、以下その制御内容について説明する。なお、制御ユニットUによる制御は、機器モデル21Bの動特性調整（同定）の他に、この機器モデル21Bを利用したシュミレーションおよびその結果を実制御系U1に反映させる制御をも含んでおり、シュミレーションは、実制御系U1の制御量補正のためのものとされている。

【0031】先ず、図5のZ51において、後述する機器モデル21Bの動特性を実際のエンジンの動特性と合致するように調整する同定が行なわれ、次いでZ52において、シュミレーションおよびその結果の実制御系U1への反映の制御が行なわれる。

【0032】図5のZ51の内容（同定のための制御）が、図6に示される。この図6のZ31において、実機エンジン21Aに対して多くの入力に変化しているか否かが判別される。具体的には、スロットル開度の変化量が所定値以上で、アクチュエータ5へ出力されているデューティ比の変化量を示すDFBの変化量が所定値以上



で、かつ目標回転数 $N_T$ の変化量が所定値以上であるという3つの条件が満足されているときは、多入力変化中ということで、Z31の判別がNOとなって、このときは同定を行なうことなくそのままリターンされる。

【0033】Z31の判別でNOのときは、Z32において、定常時におけるエラーつまり定常運転状態における実機エンジン21Aと機器モデル21Bとの一致度合を示す評価値 $H_i$ が小さいか否かが判別される。この評価値 $H_i$ は、後述するように、小さいときに一致度合が高いものとなる。このZ32の判別でNOのときのときは、Z33において、現在実機エンジン21Aが定常運転中であるかが判別される。このZ33の判別でYESのときは、Z34～Z37の処理によって、定常運転時における機器モデル21Bの同定が行なわれる。この定常運転時における同定は、図2に示す回路R1、R2、R3における時定数等の制御定数を最適化することにより行なわれる。

【0034】Z34では、回路R1～R3用の制御定数が実研計画法マップから、1番から $n$ 番までの記憶されている組み合わせの中から1つの組み合わせが選択される。次いで、Z35において、選択された $i$ 番目( $i=1\sim n$ )の組み合わせに基づく作動により得られるモデル制御系U2の出力値 $NE_2$ と実制御系U1の出力値 $NE_1$ との偏差の絶対値を2乗したものを所定時間積分して、 $i$ 番目の積分定数についてのエラー度合を示す評価値 $H_i$ が決定される。なお、この評価値 $H_i$ は、前述したように小さいほど好ましいものとなる。

【0035】Z35での評価値 $H_i$ を、上記1番目から $n$ 番目までについて順次求めて、その結果がZ36において $H_1\sim H_n$ として記憶される。この後、Z37において、Z36に記憶されている評価値 $H_1\sim H_n$ のなかから最少の評価値を示すこととなった制御定数が、機器モデル21Bの回路R1～R3用の制御定数として用いられる(変更される)。

【0036】前記Z32の判別でYESのときは、Z38において、実機エンジン21Aの運転状態が過渡時であるかが判別される。具体的には、エンジン回転数 $NE_1$ の変化量が所定値以上のとき、またはDFBの変化量が所定値以上のときにZ38の判別がYESとなつて、このときは、Z39～Z42の処理によって、過渡時における機器モデル21Bの同定が行なわれる。この過渡時における同定は、図2の回路R4とR5との制御定数を最適化することになる。なお、この最適化の手法は、実質的に前記定常時と同じように行なわれるので、その重複した説明は省略する。

【0037】前記Z33の判別でNOのとき、あるいはZ38の判別でNOのときは、それぞれ同定を行なうことなくリターンされる。なお、Z33の判別でNOのときに、Z38へ移行させることも考えられるが、実施例では、定常運転時において大きな影響を与える回路R1

～R3用の制御定数の同定を優先するため(先に同定するため)、Z33の判別でNOのときはそのままリターンさせるようにしてある。

【0038】図7、図8の説明

図5のZ52の内容が、図7、図8に示されるが、まず図8を参照しつつ制御の概要を説明する。この図8のうち、 $t_1$ 時点が、実際のスロットル開度が急激に低減し始めたときを示し(スロットル開度の変化率の絶対値が第1所定値以上の時)、 $t_2$ 時点でスロットル開度の急激な低減が収束したとき(スロットル開度の変化率が第2所定値以下となったとき—ただし第1所定値は第2所定値よりも十分に大きい)を示す。

【0039】 $t_2$ 時点でフラグが0から1にセットされ、このフラグが1の状態が、所定時間 $2T$ だけ継続され、 $2T$ 経過した時点が $t_3$ で示される。この時間 $T$ は、スロットル開度の変化してから実際にエンジン回転数が変化するまでの時定数であり、実施例では、 $t_2$ 時点から $2T$ の間におけるエンジン回転数の変化の様子を予測するものとなっており、予測されるエンジン回転数の変化の様子が、図8(c)に示される。そして、エンジン回転数の変化の予測は、フラグが1にセットされてから極めて短時間(例えば5msec)の間に、高速シュミレーションにより行われる。図8(d)は、 $t_1$ から $t_2$ 時点までの実際のスロットル開度の変化に基づいて設定された、シュミレーション用の予測入力パターンを示す。この予測入力パターンは、 $t_1$ 時点よりも所定時間前の分をも含めて作成するようにしてもよい。

【0040】以上のことを前提として、図7のZ1において、フラグが0から1に変更された時点であるか否かが判別される。このZ1の判別でNOのときは、Z9へ移行して、通常の速度でもって、機器モデルの出力が演算される。

【0041】Z1の判別がYESのときは、Z2において、高速演算するモードに切換えられる。次いで、Z3において、図8の $t_1\sim t_2$ の間での実際のスロットル開度の変化の様子に基づいて、図8(d)に示すような予測入力パターンが設定される。この後、Z24、Z25の処理によって、Z3で設定された予測入力パターンに応じた出力が、高速演算することによって求められる(図8(c)に示すようなエンジン回転変化の予測)。この演算は、 $n$ 回行われるが、この $n$ は、前記予測期間 $2T$ をサンプリング周期(高速モードでのサンプリング周期)で除した値を、小数点未満を切捨てた整数である(図8の時刻 $t_2$ 時点から、サンプリング周期毎に予測エンジン回転数を合計 $n$ 個求める)。

【0042】 $2T$ 期間について的高速演算が終了すると、Z4の判別がYESとなって、Z6へ移行する。このZ6では、Z5での高速演算された予測エンジン回転数のうち、最小のエンジン回転数が決定される。次いで、Z7において、予測された最小エンジン回転数が、



500rpmよりも小さいか否かが判別される。このZ7の判別でYESのときは、エンストのおそれがあるので、Z8において、吸入空気量が増大される補正が行われる。なお、Z8での吸入空気量の増大量（補正量）は、ある一定値としてもよいが、例えば予測最小エンジン回転数と許容最小回転数（実施例では500rpm）との偏差が大きいほど大きくなるように設定する等、適宜の設定手法を採択することができ、この補正制御量決定の好ましい制御例が、後述の実施例で開示される。勿論、このZ8での補正量実現は、ISCバルブ7に対する開度補正（アクチュエータ5に出力するデューティ比補正）として行われる。

#### 【0043】図9の説明

図9は、図7におけるZ8での補正制御量の決定についての好ましい例を示すものである。この図9において、Z61において、図6で説明した同定が完了しているか否かが判別される。この判別は、例えば、図6におけるZ37での最小評価Hが所定値よりも小さいときに、同定が十分おこなわれているとすることができる（Z42での最小評価Hも所定値以下という条件をさらに付加してもよい）。このZ61の判別でNOのときは、機器モデル21Bの動特性が実際の機器21Aの動特性と十分合致していないので、このときは、予測に基づく補正制御を禁止すべく、そのままリターンされる。なお、Z61の判別を、図7のZ1の前に設けて、同定が十分おこなわれていないときには機器モデル21Bを利用した高速演算を禁止するように設定することにより、結果として補正を禁止するようにすることもできる。

【0044】Z61の判別でYESのときは、Z62～Z65の処理によって、実研計画法マップに設定された多数の補正制御量 $P_i$ （ $i=1, 2, \dots, n$ で、 $P$ は吸入空気量調整のためのデューティ比とされる）の各々について、図7のZ3で用いた予測入力パターンを用いて、エンジン回転数が高速演算によって予測される（Z63）、また各補正制御量毎にその評価が行われる（Z64で、 $P_i$ に対応した評価が $J_i$ とされる）。この評価は、例えば、図7のZ5で予測されたエンジン回転数の中心値に対する偏差量として示すことができる（偏差量が小さいほど評価が高い）。そして、Z66において、Z64での評価 $J_i$ のうち、もっとも好ましい評価に対応した補正制御量 $P_i$ が、実際の機器21Aに対する補正制御量として実現される。

#### 【0045】図10～図12の説明

図10～図12は、本発明の他の実施例を示すものである。本実施例では、例えば図12に示すようにあらかじめ多数の入力変化パターンを想定（設定）しておいて、この各入力変化パターン毎に出力としてのエンジン回転数を予測すると共に、その補正制御量を決定、記憶しておく。そして、実際の機器21Aに対する入力が大きく変化したときは、この変化に近似した入力変化パターン

に対応した補正制御量を選択して、この選択された補正制御量でもって実際の機器21Aに対する制御量が補正される。本実施例の場合は、高速演算する必要がないので、制御ユニットUとして安価のものでも実施化し得る。

【0046】以上のことを前提として、図10において、 $Vm1$ および $Vm2$ として示されるものは、それぞれ、図2における制御ユニットU2と機器モデル21Bとの組み合わせたものに相当する。このうち、 $Vm1$ は、前述した同定をおこなうためにもっぱら利用される。そして、 $Vm2$ が、もっぱら多数の入力変化パターンに対応した補正制御量を決定するために用いられる。このため、パラメータ転送部31によって、同定終了後の $Vm1$ における機器モデル21Bの動特性を示す各パラメータが、 $Vm2$ における機器モデル21Bの動特性用として転送される（用いられる）。また、図10の入力発生部32において、前述した多数の入力変化パターンが順次発生されて、この発生された入力変化パターンが、 $Vm2$ の入力として用いられる。

【0047】図11のZ71において、図12に示す多数の入力変化パターンのうち、どの入力変化パターンからシュミレーションを開始するか決定が行われる。このZ71での入力変化パターンの選択は、実際の機器21Aに対する入力変化に近似したものから優先的に選択される（選択された入力変化パターンの入力変化パターン発生部32からの出力）。次いで、Z72において、シュミレーションが実行されて、Z71で選択された入力変化パターンに対応したエンジン回転数の予測が行われる。なお、このシュミレーションは、高速ではなく、通常の実行速度で行われる。

【0048】Z73では、予測されたエンジン回転数に基づいて、もっとも好ましい補正制御量（補正吸入空気量）が決定される（例えば前述した図9に示すような手法での決定）と共に、決定された補正制御量が記憶される。

【0049】Z74では、記憶された補正制御量を検索するときであるか否かが判別されるが、この判別は、図8における $t_1$ 時点であるか否かの判別に相当する（スロットル開度の変化率が所定値以上であるか否かの判別）。このZ74の判別でNOのときは、補正制御量による補正が不要なときであるとして、そのままリターンされる。Z74の判別でYESのときは、Z75において、実際の機器21Aに対する入力状態と、 $Vm2$ における入力変化パターンの合致度 $R_i$ （ $i=1, 2, \dots, n$ で、 $n$ は予測期間 $2T$ をサンプリング周期で除した整数）が、図11のZ75に示される計算式に基づいて計算される。この計算式中 $y_i$ は、 $i$ 時点でのスロットル開度である。そして、実際のスロットル開度の変化がシュミレーション用の入力変化パターンと全く同じときは、 $y_i$ がゼロとなるので、合致度 $R_i$ が1となる。

【0050】Z75の後、Z76において、検索を終了する時点であるか否かが判別される。この判別は、スロットル開度の変化率がほぼ0になったか否かをみることより行われる(図8 t 2時点に相当)。Z76の判別でYESのときは、Z77において、ここに示す式に基づいて、最終補正制御量 $P_f$ が計算される。このZ77での計算は、実際のスロットル開度の変化状態に近似した複数(1つの場合もある)の入力変化パターンに対応した補正制御量 $P_i$ の重み付けを行うものである。そして、Z78において、最終補正制御量 $P_f$ が実際の機器21Aに対して出力される。

#### 【0051】図13の説明

図13は、機器モデルの同定が十分行われていないときに、補正制御量を用いた補正を行うのを禁止するようにした例を示す。すなわち、先ず、Z81において、現在のエンジンの運転領域を示すパラメータ(実施例ではエンジン回転数と、エンジン負荷とエンジン冷却水温度)がホールドされる。次いで、Z82において、図5のZ51での同定がおこなわれる毎に、Z81でホールドされたパラメータに相当するエンジン運転領域のカウント値がカウントアップされる。

【0052】Z83では、Z81でホールドされたエンジン運転領域のカウント値が、所定値以上であるか否かが判別される。このZ83の判別でNOのときは、同定が十分行われていない運転領域であるとして、図5のZ52のシュミレーション実行が禁止される(Z84)。Z83の判別でYESのときは、同定が十分おこなわれている運転領域であるとして、図5のZ52のシュミレーションが実行される(Z85)。

#### 【0053】図14の説明

図14は、それぞれ図2の機器モデル21Bと制御ユニットU2とを有する合計4つのシュミレーション用モデル系 $Vm11 \sim Vm14$ を用いてある。すなわち、 $Vm11$ が、実際の機器の入力と同一の入力を用いたシュミレーション用で、前述した同定および補正制御量による補正のために用いられる。 $Vm12$ は、実際の入力に対して所定誤差(ばらつき) $\alpha$ だけ加算したものを入力とするシュミレーションを行う。 $Vm13$ は、実際の入力に対して所定誤差 $\alpha$ だけ減算したものを入力とするシュミレーションを行う。 $Vm14$ は、実際の入力に対してノイズを加えた入力とするシュミレーションを行う。この3つのモデル系 $Vm12 \sim Vm14$ のシュミレーションによって、 $\alpha$ 分ばらつきを有するときのシュミレーションおよびノイズを有するときのシュミレーションをあらかじめ行って、その結果(出力としてのエンジン回転数)に基づいて、補正制御量の決定に利用することができる。この場合、高速演算をおこなうものであれば、入力を切換えて(+ $\alpha$ 、- $\alpha$ 、ノイズあり、実際の機器の入力と同じの4つの切換)、1つのモデル系でのみ図14と同じような機能を得ることができる。

【0054】以上実施例について説明したが、本発明はこれに限らず、例えば次のような場合をも含むものである。

①エンジンのアイドル回転数制御に限らず、適宜の機器制御、例えば自動変速機の変速制御、トラクション制御、ABC制御、エンジンの定トルク制御、エンジンの空燃比制御等にも適用できる。

【0055】自動変速機の変速制御においては、機器モデルとしては、図3に示すエンジンの動特性モデルに加えて、自動変速機の動特性モデル(損失特性と油温等によって時事刻々と変化するダイナミクス特性)と、駆動系〜タイヤの動特性とを設定し、最終出力となる駆動系〜タイヤ動特性からの出力としての車体(駆動輪)の前後加速度を予測する。この場合、同定は、自動変速機の損失特性とダイナミクス特性とし、同定時の評価関数は、実際の前後加速度と予測された前後加速度との偏差の積分が最小のものをベストとする。そして、予測される前後加速度の変化率が最小となるように、変速スケジュールを補正することができる(回転軸方向と負荷方向とを様々に変えて、前後加速度が最小となる変速スケジュールをさがす)。

【0056】トラクション制御(ABS制御)においては、図3に示すエンジンの動特性モデルに加えて、車速と路面 $\mu$ との相関関係を路面状態(アスファルト路面、雪路等の相違)をパラメータとして設定してなる『路面 $\mu$ -車速』の動特性を設定し、この『路面 $\mu$ -車速』の動特性の出力が車体前後加速度とされる。同定は、『路面 $\mu$ -車速』の特性について行う。トラクション制御の場合は、同定の評価関数は、駆動輪の実際のすべり率と予測されたすべり率との偏差の積分が最小となるものをベストとする。様々なスロットル開度の入力パターンにおける、トラクション制御の初期操作量(例えばスロットル開度の低減量、点火時期のリタード量)と目標すべり率の最適値をシュミレーションにより事前に求めておけばよい(初期操作量と最適目標すべり率とが補正対象)。ABS制御の場合は、ブレーキ圧入力における最適な目標車輪減速度をもとめておけばよい(ブレーキ圧が補正対象)。

【0057】エンジンの定トルク制御においては、機器モデルとしては前記自動変速機の場合と同じものを用い、同定は、エンジン、自動変速機共に定常と過渡の両パラメータについて行う。各エンジン回転数、アクセル開度毎に、目標トルク(車体前後加速度)を満足するスロットル開度を、シュミレーションにより求めるようにすればよい(スロットル開度が補正対象)。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用されるアイドル回転数調整部分を示す図。

【図2】本発明が適用された制御系統をブロック図的に示す図。

【図3】実機エンジンに対応した機器モデルの一例を示す図。

【図4】モデル制御系における制御特性式の設定例を示す図。

【図5】本発明の制御例を示すフローチャート。

【図6】本発明の制御例を示すフローチャートで、機器モデルの同定を行う部分を示すもの。

【図7】本発明の制御例を示すフローチャートで、機器モデルを利用したシュミレーションを行う部分を示すもの。

【図8】図7でのシュミレーションの内容を概略的に示すタイムチャート。

【図9】補正制御量を決定する好ましい制御例を示すフローチャート。

【図10】本発明の他の実施例を示すもので、図2に対応した図。

【図11】図10に示す実施例の制御例を示すフローチャート。

ャート。

【図12】図10に示す実施例に用いる多数の入力変化パターンの設定例を示す図。

【図13】補正制御を禁止するようにした制御例を示すフローチャート。

【図14】本発明の他の制御例を示すもので、図2に対応した図。

【符合の説明】

1：吸気通路

5：アクチュエータ

6：バイパス通路

7：吸入空気量調整弁

U：制御ユニット

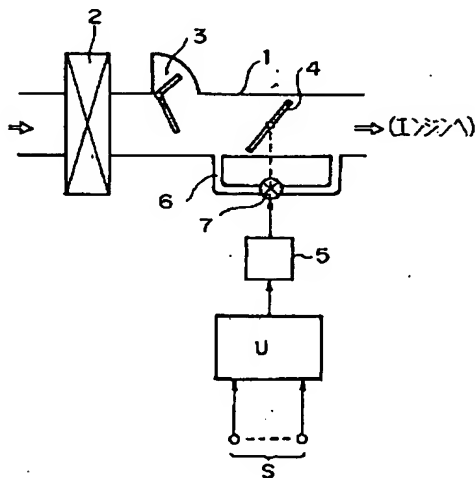
U1：実制御系

U2：モデル制御系

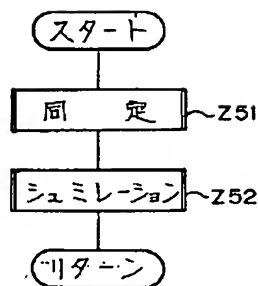
21A：実機エンジン

21B：モデルエンジン（機器モデル）

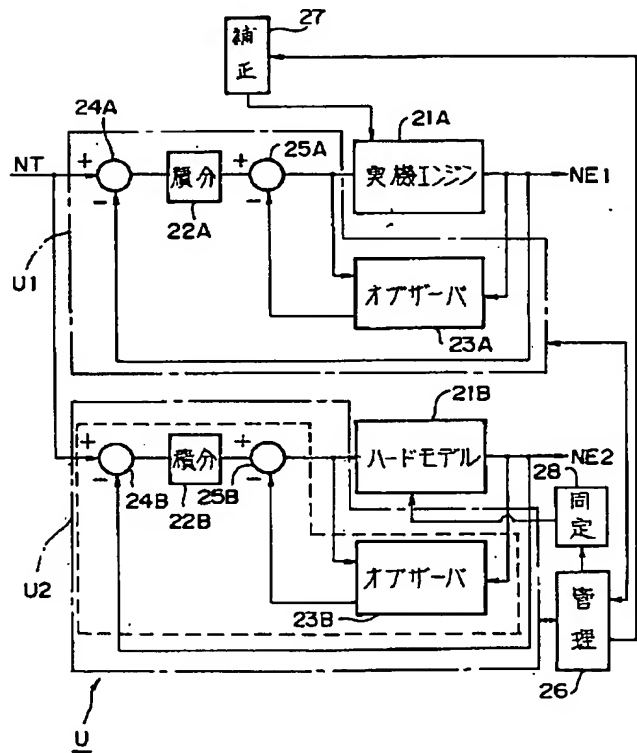
【図1】



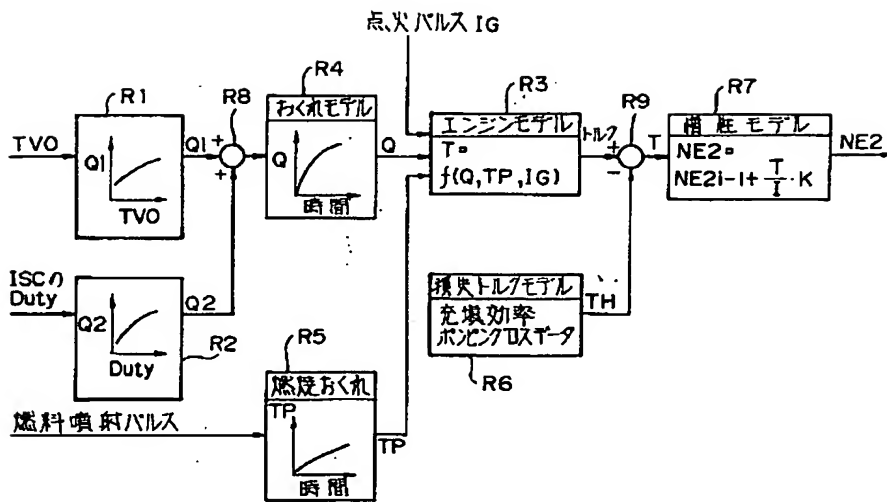
【図5】



【図2】



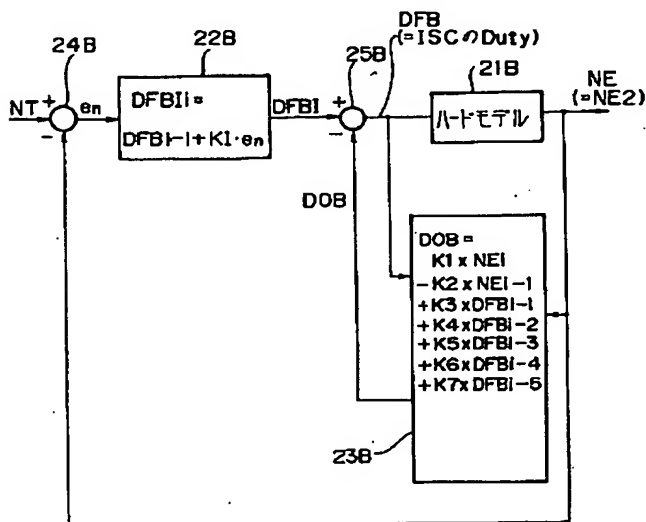
【図3】



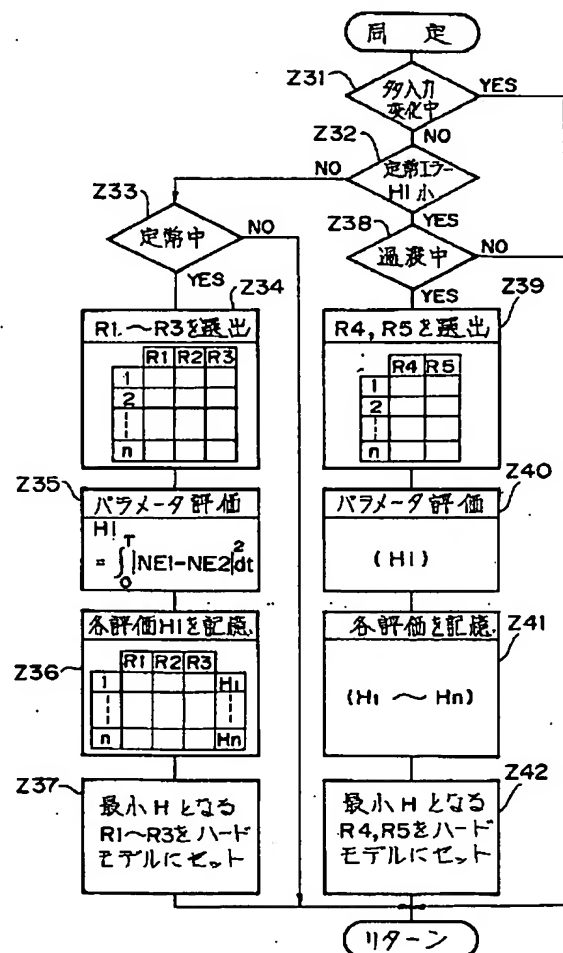
【図12】

テストコード No.	テストパターン
TVO-10-1-0	
TVO-20-1-0	
⋮	⋮
TVO-20-10-0	
⋮	⋮

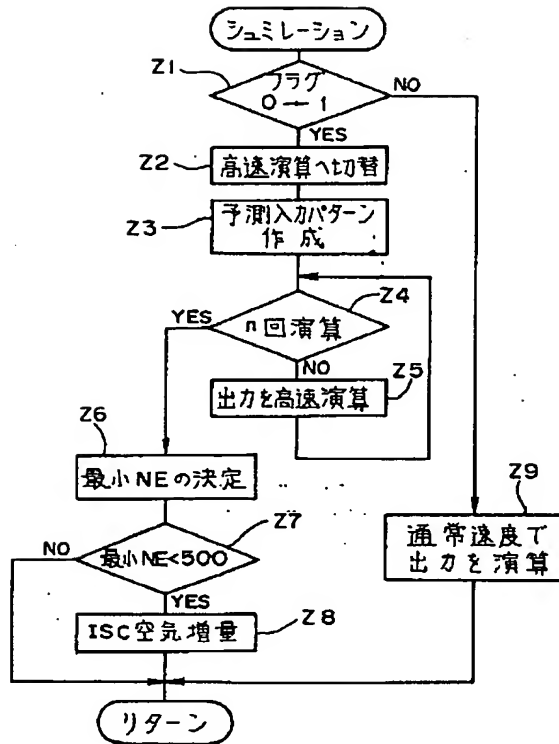
【図4】



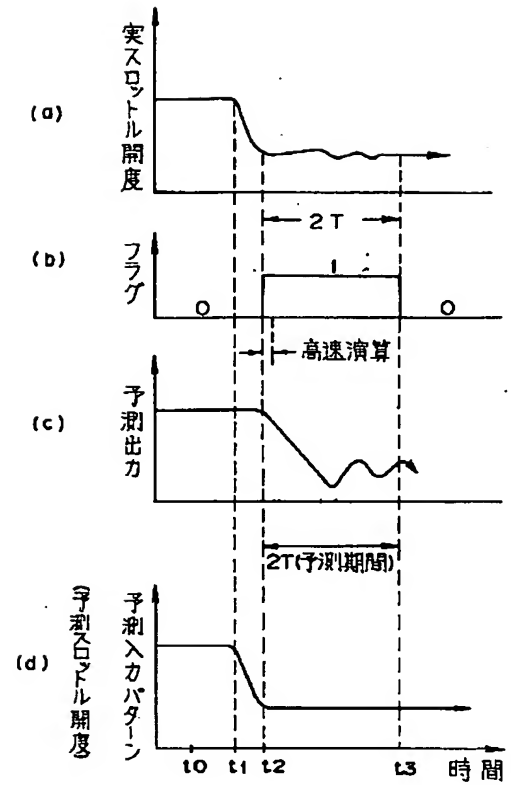
【図6】



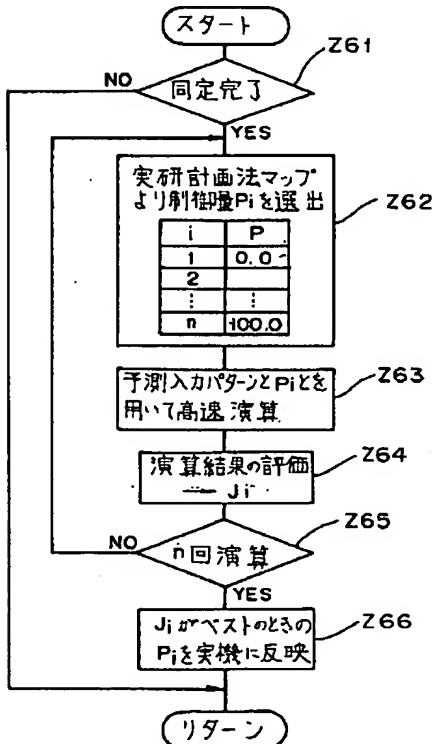
【図7】



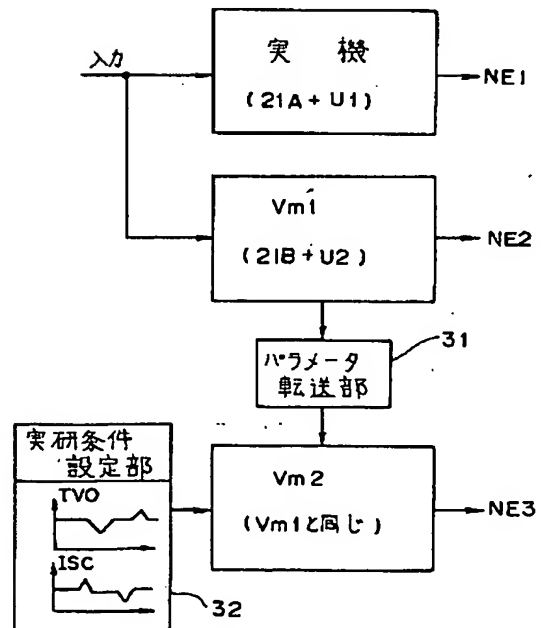
【図8】



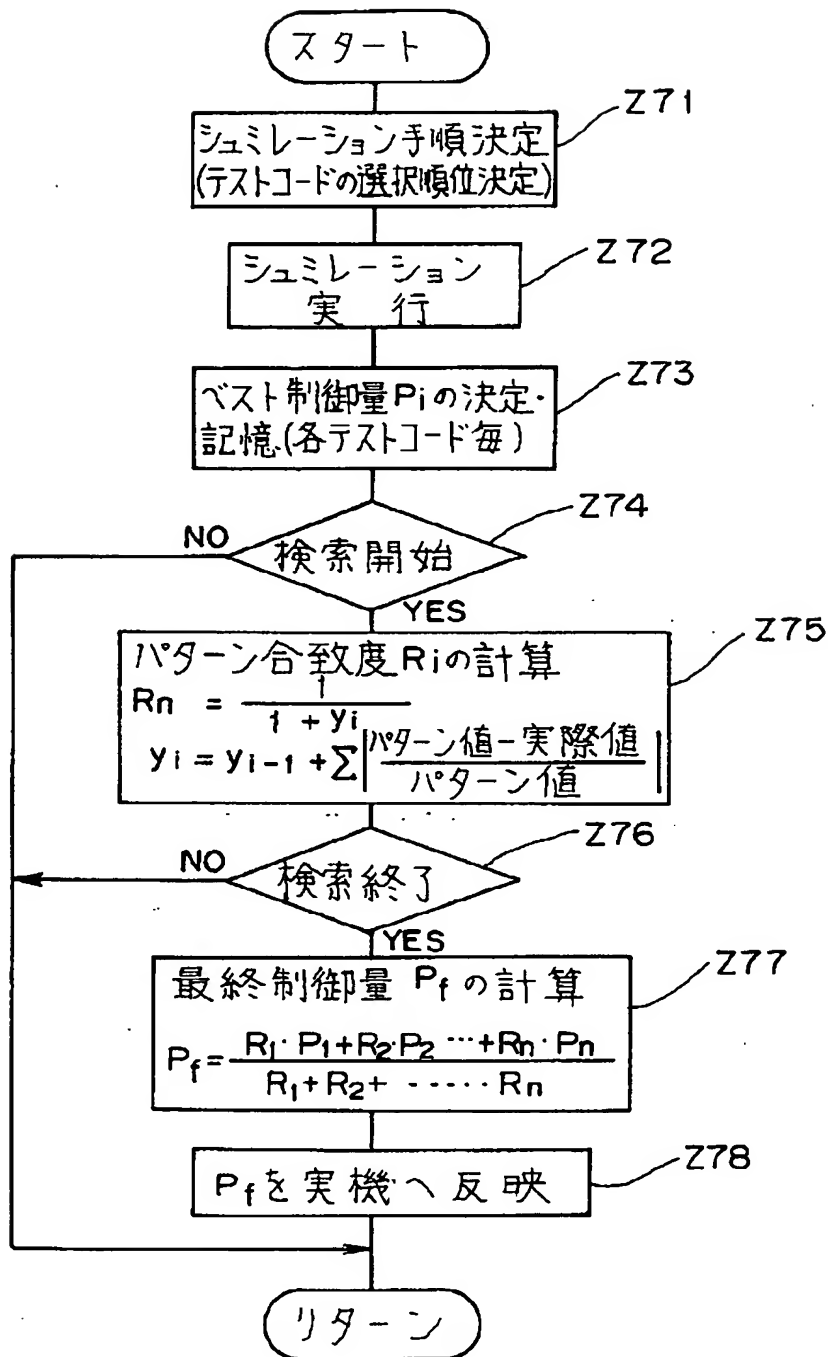
【図9】



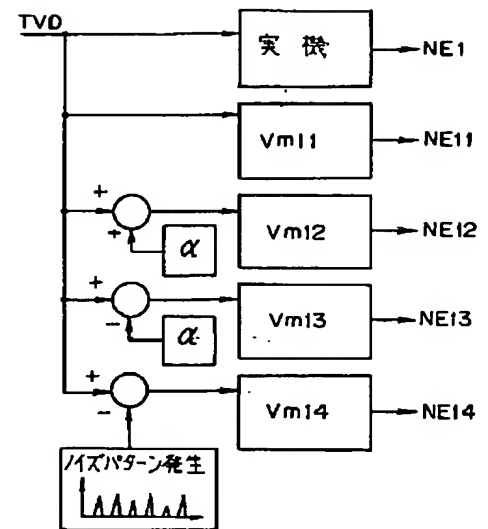
【図10】



【図11】



【図14】



【図13】

